

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Колонин

«14» 06 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Акселерометры пьезорезистивные ДВЗ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-26-2024

г. Москва

2024 г.

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на акселерометры пьезорезистивные ДВЗ (далее – акселерометры) производства АО «Конвекд-6 ЛИИ», г. Жуковский и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Принцип действия акселерометров основан на пьезорезистивном эффекте преобразования колебательного движения в электрический сигнал.

Конструктивно акселерометры представляют собой полый герметичный цилиндр, в котором помещен чувствительный элемент с выводами, служащими для подачи питания и снятия измерительного сигнала.

Чувствительный элемент акселерометров изготовлен из монокристалла кремния в виде консольной балки с утонением, в поверхностном слое которой сформированы интегральная схема тензорезисторного моста и схема компенсации температурной чувствительности. На свободном конце консольной балки закреплена инерционная масса. Под воздействием виброускорения в направлении измерительной оси акселерометра инерционная масса создает усилие, вызывающее изгибную деформацию консольной балки, что приводит к появлению на выходе тензомоста сигнала, пропорционального измеряемому виброускорению.

Измерительная ось акселерометров перпендикулярна его установочной поверхности.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость:

- к Государственному первичному специальному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018 согласно Приказа Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения».

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений в соответствии с Приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

Методика поверки не допускает возможность проведения поверки средства измерений для меньшего числа измеряемых величин и (или) диапазонов измерений.

1. Операции поверки

1.1. При проведении первичной и периодической поверок акселерометров выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер раздела МП	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверки
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
Определение действительного значения коэффициента преобразования и отклонения от номинального значения	8.1	да	да
Определение нелинейности амплитудной характеристики	8.2	да	нет
Определение неравномерности частотной характеристики	8.3	да	да
Определение относительного коэффициента поперечной чувствительности	8.4	да	нет
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	8.5	да	да

1.2. При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится и результаты оформляются в соответствии с п. 9.2.

2. Требования к условиям проведения поверки

2.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха: 23 ± 5 °С
- относительная влажность окружающего воздуха до 80%.

2.2 Перед проведением поверки оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

2.3 Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемый акселерометр должны иметь защитное заземление.

3. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

3.1. К поверке допускаются лица имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленными с эксплуатационной документацией на акселерометры пьезорезистивные ДВЗ и данной методикой поверки.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки.

4.1. При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
7.3	Средства измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, с погрешностью не более ± 3 %	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
8.1-8.2	Поверочная виброустановка 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 с погрешностью на частоте 160 Гц не более 0,5 %	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155, рег. № 68875-17
8.3-8.4	Поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 в диапазоне частот от 1 до 5000 Гц	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155, рег. № 68875-17
8.1-8.4	Тензоусилитель с коэффициентом усиления 100 и напряжением питания $9 \pm 0,01$ В,	Контроллер сбор данных многоканальный ZET 052, рег. № 74502-19

Примечания:

- 1) Все средства поверки должны быть поверены (иметь действующую запись в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений);
- 2) Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям;
- 3) Соотношение доверительных границ погрешности рабочего эталона и точностных характеристик средств измерений в одинаковых частотных диапазонах должно быть не более 0,5 (Приказ Росстандарта от 27.12.2018 г. № 2772).

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.

5.1. К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5.2. При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», указаниями по безопасности эксплуатации эталонов, средств измерений и оборудования, изложенными в паспортах и руководствах по эксплуатации.

6. Внешний осмотр средства измерений

6.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектности и маркировки, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов.

6.2. В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, акселерометр считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1. Проверяют работоспособность акселерометра в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.2. Все средства измерений должны быть прогреты и подготовлены к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации.

7.3. Устанавливают поверяемый акселерометр на поверочную виброустановку, подключить соответствующие выводы акселерометра к тензоусилителю.

7.4. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 2.

8. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

8.1. Определение действительного значения коэффициента преобразования и отклонения от номинального значения.

С помощью эталонной виброустановки задают амплитудное значение виброускорения равное 10 м/с^2 на базовой частоте и определяют коэффициент преобразования поверяемого акселерометра. С помощью вольтметра измеряют значение выходного сигнала акселерометра и определяют значение коэффициента преобразования по формуле (1):

$$K_{\text{пр}} U = \frac{U_{\text{изм}}}{D_{\text{зад}}} \quad (1)$$

где $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения на выходе акселерометра, мВ;
 $D_{\text{зад}}$ – заданное с помощью поверочной виброустановки значение виброускорения, м/с^2 .

Отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения определяют по формуле (2):

$$\Delta = K_{\text{д}} - K_{\text{н}} \quad (2)$$

где $K_{\text{н}}$ – номинальное значение коэффициента преобразования, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$;
 $K_{\text{д}}$ – измеренное значение коэффициента преобразования на базовой частоте, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$.

Акселерометр считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения не превышают $\pm 0,003 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$.

8.2. Определение нелинейности амплитудной характеристики.

С помощью эталонной виброустановки задают не менее пяти значений виброускорения, включая минимальное и максимальное значения диапазона измерений, на базовой частоте и определяют коэффициент преобразования поверяемого акселерометра.

Нелинейность амплитудной характеристики определяют по формуле (3):

$$\delta = \frac{K_i - K_{\text{д}}}{K_{\text{д}}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где K_d – действительное значение коэффициента преобразования, вычисленное по п. 8.1, мВ/(м·с⁻²);

K_i – измеренное значение коэффициента преобразования в i -той точке измерений, мВ/(м·с⁻²).

Акселерометр считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения нелинейности амплитудной характеристики не превышают ± 1 %.

8.3. Определение неравномерности частотной характеристики.

С помощью поверочной виброустановки задают амплитудное значение виброускорения равное 10 м/с² при значениях частот октавного ряда из рабочего диапазона частот поверяемого акселерометра. На частотах, где технически невозможно получить указанное значение виброускорения, коэффициент преобразования определяют при значениях, достижимых для вибровозбудителя с коэффициентом гармоник движения вибростолы не более 10 %, но не меньше нижнего предела измерений.

Неравномерность частотной характеристики определяют по формуле (4):

$$\gamma = \frac{K_j - K_d}{K_d} \cdot 100 \% \quad (4)$$

где K_d – действительное значение коэффициента преобразования, вычисленное по п. 8.1, мВ/(м·с⁻²);

K_j – измеренное значение коэффициента преобразования в j -той точке измерений, мВ/(м·с⁻²).

Акселерометр считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения неравномерности частотной характеристики не превышают ± 12 %.

8.4. Определение относительного коэффициента поперечной чувствительности.

Определение относительного коэффициента поперечного преобразования проводится на эталонной виброустановке при помощи специального переходника.

Акселерометр закрепляют на эталонной виброустановке таким образом, чтобы измерительная ось акселерометра, для которой определяется коэффициент поперечного преобразования, была перпендикулярна оси вибростенда.

Последовательно поворачивая акселерометр вокруг измерительной оси акселерометра, для которой определяется коэффициент поперечного преобразования, на углы 0°, 60°, 120°, 180°, 240° и 300° зафиксировать в каждом положении значения выходного сигнала.

Значение относительного коэффициента поперечного преобразования определяют по формуле (5):

$$\Delta_{\Pi} = \frac{U_{\max}}{a_0 K_0} 100 (\%) \quad (5)$$

где U_{\max} – максимальное значение напряжения на выходе акселерометра;

K_0 – действительное значение коэффициента преобразования акселерометра;

a_0 – значение ускорения воспроизводимое на виброустановке.

Акселерометр считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительного коэффициента поперечной чувствительности не превышают 4 %.

8.5. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям.

Акселерометр считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если он соответствует требованиям каждого пункта данной методики поверки и значения полученных метрологических характеристик не превышают значений, указанных в приложении А.

9. Оформление результатов поверки

9.1. Акселерометр, прошедший поверку с положительным результатом, признается пригодным и допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

9.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ акселерометр признается непригодным к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению.

9.3. Результаты поверки акселерометра передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 204
ФГБУ «ВНИИМС»


А.Г. Волченко

Ведущий инженер
ФГБУ «ВНИИМС»


Н.В. Лункин

Приложение А – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальное значение коэффициента преобразования на базовой частоте 160 Гц, мВ/(м·с ⁻²)	0,1
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 160 Гц, мВ/(м·с ⁻²)	±0,003
Диапазон измерений виброускорения, м/с ²	от 0,1 до 4900
Нелинейность амплитудной характеристики, %	±1
Диапазон рабочих частот, Гц	от 1 до 2000
Неравномерность частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц, %	±12
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	4